

Informe sobre investigaciones *in situ* de meteoritos de Cuba

Pierre Rochette¹, Reinaldo Rojas Consuegra², Valérie Andrieu³ y Jesús Moreira Martínez⁴

¹ *Philosophical Doctor. Profesor. Aix-Marseille Université, CNRS technopole de l'Arbois BP80 1345, CEREGÉ, Aix en Provence Francia. Calle Jardin du Pharo 58, Boulevard Charkles Livon, C.P.13007. Marcelle, Francia. ORCID ID: 0000-0002-7362-0660. Correo Electrónico: rochette@cerege.fr*

² *Doctor en Ciencias Geológicas. Investigador Titular. Centro de Investigación del Petróleo. CUPET-MINEM. Churrucá No 481, Cerro, La Habana, Cuba C.P. 12000. ORCID ID: 0000-0003-1572-2527. Correo Electrónico: rojas@ceinpet.cupet.cu.*

³ *Valérie Andrieu. Universidad de Aix-Marseille Université, CNRS, CEREGE, Aix en Provence Francia. Calle Jardin du Pharo 58, Boulevard Charkles Livon, C.P.13007. Marcelle, Francia. ORCID ID: 0000-0001-7044-967X.*

⁴ *Empresa Minera del Caribe S.A. Edificio Santa Clara, Oficina 130, Miramar Trade Center, Playa, La Habana, Cuba. ORCID ID: 0000-0004-0529-6573. Correo Electrónico E: jesus.moreira@emincar.com*

RESUMEN

Recientemente, cuatro piezas consideradas como meteoritos fueron examinadas en La Habana, visualmente y usando instrumentos de mano no destructivos, midiendo la susceptibilidad magnética y la composición química, en particular el contenido de níquel característico del material extraterrestre. Como resultado fueron confirmados dos meteoritos (procedentes de Lajas y Viñales) como condritas tipo L. Por otro lado, dos piezas expuestas previamente como meteoritos en los museos (colectados en playa Bacuranao y en Mango Jobo), fueron identificados como productos elaborados por el hombre.

Palabras clave: meteoritos, análisis no destructivos, Cuba

ABSTRACT

Simple of four different alleged meteorites were ex-

amined in la Havana visually and using portable non-destructive instruments measuring the magnetic susceptibility and the chemical composition, in particular nickel content, characteristic of extraterrestrial material. Two meteorites were confirmed (Lajas and Viñales) as L chondrite. Two samples previously exposed as meteorites at the museums, "Bacuranao and Mango Jobo", have been identified as man-made products.

Key words: meteorites, non-destructive analyses, Cuba

RESUMO

Recentemente, quatro peças consideradas meteoritos foram examinadas em Havana, visualmente e com instrumentos portáteis não destrutivos, medindo a susceptibilidade magnética e a composição química, em particular o teor de níquel característico do material extraterrestre. Como resultado, dois meteoritos (de Lajas

e Viñales) foram confirmados como condritos do tipo L. Por outro lado, duas peças anteriormente expostas como meteoritos em museus (coletadas na praia de Baruranao e em Mango Jobo), foram identificadas como produtos artificiais.

Palavras-chave: meteoritos, análise não destrutiva, Cuba

INTRODUCCIÓN

En diciembre de 2022 fue posible, gracias al apoyo de la Oficina del Historiador de La Habana, Cuba, realizar el estudio de materiales catalogados como meteoritos cubanos. De unos ocho meteoritos reportados históricamente (Pérez-Doval, 1996; Ceballos, 2019), fueron revisados cuatro de ellos, cuyos resultados se ofrecen en esta breve nota.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este informe se dio la oportunidad de estudiar cuatro piezas identificadas como posibles meteoritos encontrados en Cuba. Dos de ellos se recuperaron, según observadores presentes, luego de que ambos impactos ocurrieran a plena luz del día, en las localidades de Lajas (centro de Cuba) y Viñales (occidente). Se accedió a otras dos piezas en el Museo Nacional de Historia Natural de Cuba (MNHNC).

Se realizaron mediciones de la susceptibilidad magnética χ (utilizando una sonda de contacto, SM30) y la composición química (utilizando el instrumento portátil de fluorescencia de rayos X, Bruker Tracer IV), para comprobar la naturaleza meteorítica de la muestra y evaluar su clasificación. Los detalles sobre los procedimientos experimentales y los esquemas de interpretación están disponibles en Rochette *et al.* (2012, 2022a, 2022b).

RESULTADOS

A continuación, se hace un breve comentario sobre elementos históricos relacionados con las piezas estudiadas, y además se proporcionan los nuevos datos obtenidos a través de las mediciones realizadas a cada ejemplar.

Meteoros e impactos

De los tres o cuatro meteoritos, cuyos impactos han sido sentidos y observados por un amplio público en el país, durante el presente estudio se pudo acceder a dos de ellos. No fue posible acceder al que cayó en Ramón de Las Yaguas.

Meteorito de Lajas

El meteorito de Lajas fue recuperado por campesinos que cultivaban la tierra al momento de su explosión (en 1994), y cayó a plena luz del día en la zona de Lajas, provincia de Cienfuegos (**Figura 1, A**). Este fue cortado y se hizo una lámina delgada, sin que se publicara esta información. La preparación y una pequeña porción fueron enviados a España, al parecer hoy extraviados. Este ejemplar fue conservado por un geólogo hasta la actualidad, lo que hizo posible su estudio.

Se observó una muestra de alrededor de 300 g en gran parte cubierto de costra de fusión, con una superficie pulida que muestra una textura condritica típica, de color gris claro con venas de choque. La susceptibilidad magnética es fuerte: $\log \chi = 4.95$. Esto es típico de la condrita tipo L. El análisis XRF de la superficie de corte para Ni y Cr arrojó 0.17 y 0.3 %, respectivamente; junto con un FeO del 11.7 %, esto es típico de la condrita ordinaria (**Tabla 1**). La oxidación moderada visible en la superficie cortada es compatible con una fecha de caída en 1994 y su conservación en las condiciones climáticas cubanas.

Meteorito de Viñales

Este meteorito produjo un amplio campo de fragmentos en el momento del impacto a plena luz del día (Iturralde-Vinent *et al.*, 2019). Un pequeño fragmento de este se exhibe en el Planetario de la Oficina del Historiador de La Habana (**Figura 1, B**). Este fue posible estudiar en esta ocasión, gracias al acceso brindado por investigadores del Instituto de Geofísica y Astronomía de Cuba.

Se observó una muestra de 43 g que está casi totalmente cubierta por corteza de fusión, con morfología típica (*regmaglypts*). Las pequeñas ventanas muestran

el interior de un material gris. La susceptibilidad magnética es fuerte: $\log \chi = 4.88$. Esto es típico de la condrita L, según la clasificación oficial como condrita L6. Antes, ya se midió en CEREGÉ otro fragmento de Viñales, mostrando $\log \chi = 4.93$, compatible dentro del error del instrumento SM30. El análisis XRF de una pequeña ventana en la corteza de fusión produjo Ni y Cr 0.35 y 0.22 %, respectivamente, junto con un FeO del 18 %, esto es típico de la condrita ordinaria (**Tabla**



A. Meteorito de Lajas.



B. Meteorito de Viñales.

Figura 1. Muestras de los meteoritos reales estudiados de Lajas y Viñales.

1). El aspecto muy fresco y sin oxidar de la pieza corresponde a la fecha del otoño de 2019.

Meteoritos en colección

Al momento de realizar este estudio se logró tener acceso a dos piezas, anteriormente consideradas meteoritos y que formaban parte de colecciones.

“Meteorito Bacuranao”

Este ejemplar, fue recuperado del fondo marino en 1974, en la playa de Bacuranao ubicada al este de La Habana. Mediante análisis petrográficos a través de lámina delgada se identificó como un meteorito tipo siderita. Originalmente, la pieza estudiada medía 8.4 cm en su eje mayor y 7.0 cm en su sección transversal (Segura-Soto, 1983).

El ejemplar estuvo expuesto durante décadas en la sala de Astronomía del Museo de Ciencias Naturales “Felipe Poey” de la Academia de Ciencias de Cuba; a principios de los 90 este desapareció.

Se sabe que una pequeña parte de este objeto fue enviado a EE.UU., donde fue analizado y se concluyó que no se trataba de un meteorito, sino posiblemente de basalto. El pequeñísimo fragmento devuelto es el material que fue inspeccionado en esta ocasión.

Se observó una muestra de alrededor de 3 g (**Figura 2, A**). Tiene 4 caras cortadas y una cara rota que muestra un material fino, de color gris negro, con una textura fibrosa (imagen insertada muy aumentada). No se ve ningún rastro de oxidación, a pesar de que la muestra permanecía en agua marina cuando fue descubierta, lo que excluye la presencia de hierro metálico.

La susceptibilidad magnética es fuerte: $\log \chi = 4.7$ que encaja con meteoritos o artefactos magnéticos, y no con rocas terrestres habituales. El análisis semicuantitativo XRF en modo traza (es decir, sin medir elementos más ligeros que K) revela que el Fe es el elemento principal (33.8 %), seguido del Zn (7.3 %), Pb (1.4 %) y K (1.1 %). Otros elementos por encima del 0.1 % son Ca, Ti, Mn, Cu, As, W. En cambio, Cr y Ni se encuentran sólo en 338 y 56 ppm (**Tabla 1**).

Todas estas observaciones excluyen por com-

pleto un origen meteorítico para esta pieza, y apuntan hacia una escoria metalúrgica, formada por silicatos y óxidos obtenidos tras la fusión de un depósito poli-metálico (formado por Zn, Pb, Cu, As, W). Téngase en cuenta, que la escoria suele ser fuertemente magnética. Se conoce que durante la colonia en el área al sur de Guanabo se llevó a cabo la explotación de menas para la extracción de cobre (Calvache, 1965).

“Meteorito Mango Jobo”

La etiqueta que acompaña a esta pieza indica que fue recuperada en el poblado de Mango Jobo, en San Cristóbal, actual provincia de Artemisa, por que perteneció a René Herrera y fue recolectado en 1938. Este ejemplar estaba en exhibición en el Museo Nacional de Historia Natural de Cuba. Gracias a sus autoridades se pudo acceder para este análisis.

Se observó un objeto metálico oxidado de aproximadamente 1 kg (**Figura 1, B**). Parece estar formado por glóbulos metálicos adheridos, que encierran un fragmento burbujeante de escoria silicatada. La susceptibilidad magnética es muy fuerte: $\log \chi = 5.3$, típica de objetos ricos en metales. La composición es esencialmente hierro, con solo trazas de Cr y Ni, excluyendo un meteorito de hierro (que debería mostrar $Ni/Fe \geq 5 \%$), y en cambio, típico de un producto de fundición de hierro fabricado por el hombre (**Tabla 1**).

Tabla 1. Datos analíticos proporcionados por el software Bruker (todos en porciento, excepto cursiva y subrayados en ppm). Debido a las condiciones experimentales y a los sesgos inherentes al método, los valores absolutos se subestiman de forma variable. Por otro lado, las proporciones de elementos están menos sesgadas.

Elements Meteorites	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	FeO	Cr	Ni	Cu	Zn	Ce	W	Pb	Ni/Fe
Viñales	-	1.5	0.27	0.21	11.7	0.3	0.17	<u>98</u>	<u>47</u>	<u>145</u>	-	-	1.9
Lajas	0.21	2.1	0.28	0.25	16.9	0.22	0.35	<u>182</u>	<u>36</u>	<u>312</u>	W	31	2.7
“Bacuranao”	1.1	0.37	0.52	0.18	31.3	<u>338</u>	<u>56</u>	0.51	7.3	-	0.37	1.34	0.02
“Mango Jobo”	-	0.4	0.66	0.24	50.7	<u>781</u>	<u>200</u>	<u>206</u>	<u>48</u>	<u>851</u>	-	<u>358</u>	0.05



A. “Meteorito de Bacuranao”



B. “Meteorito de Mango Jobo”

Figura 2. Muestras de los supuestos meteoritos (Bacuranao y Jobo Rosado) estudiados.

CONCLUSIONES

El presente estudio, sobre el patrimonio particular de los meteoritos cubanos, permitió confirmar la autenticidad de dos de los ejemplares valorados: el meteorito condrita tipo L6 Viñales, y el meteorito condrita tipo L Lajas. Este último queda por declarar en el Meteoritical Bulletin (ver <https://www.lpi.usra.edu/meteor/metbull.php>); donde una búsqueda de meteoritos cubanos, muestra actualmente sólo el de Viñales y el meteorito de hierro “Cuba”, presentes en el Museo de Historia Natural de Madrid.

Otras dos piezas, antes consideradas como meteoritos, son descartadas como parte del patrimonio atesorado hasta hoy en los museos del país, por tratarse de materiales metálicos artificiales (los que provenían de Bacuranao y Mango Jobo).

AGRADECIMIENTOS

Dr. C. Jorge Perdigón - Director de Museos, Oficina del Patrimonio Cultural del Historiador de La Habana; M.Sc. Rudy Montero- Director del IGA y a los especialistas del Planetario de La Habana; Lic. Juliette Díaz - Vicedirectora de Museología y Educación del MNHNC, y especial al Lic. Jorge Isaac Mengana - musicólogo del Museo “Casa Alejandro de Humboldt”, por su coordinación y ayuda en este trabajo. A todos los compañeros que nos apoyaron en esta ocasión. Además, extendemos nuestro reconocimiento a los colegas del Ceinpet que realizaron la revisión inicial del trabajo: Dra.C. Olga Castro Castiñeira y Dr. C. Mnauel E. Pardo Echarte; así como al Dr. C. Osvaldo Rodríguez Morán Presidente del Comité de Arbitraje de la revista Geociencias UO.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Calvache, A., 1965, Bosquejo sobre Geología de Cuba: Academia de Ciencias de Cuba, Departamento de Geología, 105 pp.

Ceballos-Izquierdo, Y., 2019, Recuento de los meteoritos reportados en Cuba y bibliografía sobre el tema: Anales de la Academia de Ciencias de Cuba, 9 (1), 1-18.

Iturralde-Vinent, M. A. Llanes Castro, A.I., Santa Cruz Pacheco, M., Toledo Sánchez, C.A., Cabrera Díaz, I. 2019, Estudio espectroscópico, composicional y mineralógico de un fragmento del meteorito Viñales, caído en Los Jazmines, Cuba occidental: Anales Academia de Ciencias de Cuba, 9(1).

Pérez-Doval, J., (Ed.), 1996, Meteoritos cubanos. Datos Astronómicos para Cuba, 101.

Rochette P., Gattacceca J. and Lewandowski M., 2012. Magnetic classification of meteorites and application to Soltmany fall: Meteorites, 2, 67–71.

Rochette P., J.P. Ambrosi, T. Amraoui, V. Andrieu, A. Badie, Ph. Borgard, J. Gattacceca, A. Hartmann-Virnich, M. Panneau, J. Planchon, 2022a, Systematic sourcing of granite shafts from Gallia Narbonensis and comparison with other western Mediterranean areas: Journal Archeological Sciences. Rep. 42, 103-372. <https://doi.org/10.1016/j.jas-rep.2022.103372>

Rochette P, C Sciuto, S Raneri, A Sutter, A Rovazani, L. Folco, JP Ambrosi, V Andrieu, J Gattacceca and A Hartmann-Virnich, 2022b, Non-destructive magnetic and chemical characterization of granite column shafts traded in the Mediterranean area: the case of Piazza dei Miracoli in Pisa (Italy) and Basilica of Saint-Martin d'Ainay in Lyon (France). Journal of Physics: Conference Series, Volume 2204, 2021 International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage (MetroArchaeo 2021) 20-22 October 2021. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2204/1/012037/meta>

Segura-Soto, R., 1983, Hallazgo de un meteorito en la Playa de Bacuranao, Cuba: Boletín de la Sociedad Cubana de Geología, 1(1), 76-82.